

**OPTICAL MODULE AND ITS MANUFACTURE, LASER RADAR DEVICE, VEHICLE, PHOTOELECTRIC SENSOR, OPTICAL SENSOR DEVICE AND CODE INFORMATION PROCESSOR USING THE OPTICAL MODULE**

Publication number: JP10082934

Publication date: 1998-03-31

Inventor: MURATA YOSHIRO; TAKEMURA KENJI

Applicant: OMRON TATEISI ELECTRONICS CO

Classification:

- international: G02B7/00; G02B7/02; G02B7/00; G02B7/02; (IPC1-7): G02B7/02; G02B7/00

- European:

Application number: JP19960257728 19960906

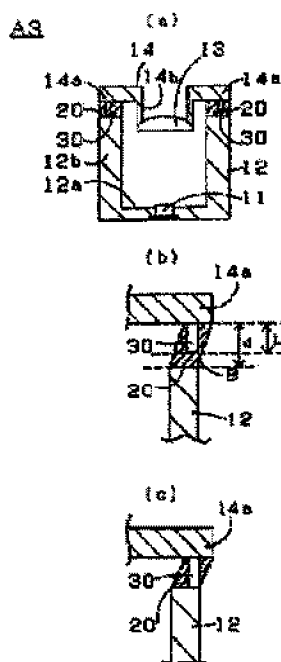
Priority number(s): JP19960257728 19960906

Report a data error here

**Abstract of JP10082934**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enhance durability in the joint part of a hold part having different thermal expansion rates and to simplify its manufacturing process.

**SOLUTION:** This device is provided with a cylindrical first hold part 12 attaching a light receiving element 11 onto its bottom surface 12a and a second hold part 14 forming a flange 14a on an upper surface outer periphery of a cylindrical part 14b attaching a collimate lens 13 and the size of the cylindrical part is made smaller than the same of the first hold part 12. Then, the side wall upper end of the first hold part 12 is joined to the outer periphery of the bottom surface of the flange 14a of the second hold part 14 through an adhesive layer 20. The thickness of the adhesive layer without being shearingly destroyed is made  $d_{min}$ , and projections 30 projecting into the adhesive layer 20 are provided on the flange 14a on an adhesive surface with the adhesive layer 20, and its length L is made longer than the  $d_{min}$ . That is, the thickness of the adhesive layer 20 is made  $d_{min}$  or above at the manufacturing time, and the projections 30 physically obstructing the distortion of the adhesive layer 20 due to thermal expansion at a measurement operating time is provided.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-82934

(43)公開日 平成10年(1998) 3月31日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	7/02		G 0 2 B	A
	7/00			F

審査請求 未請求 請求項の数19 F D (全 23 頁)

(21)出願番号 特願平8-257728

(22)出願日 平成8年(1996) 9月6日

(71)出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72)発明者 村田 芳郎

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

(72)発明者 武村 賢治

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

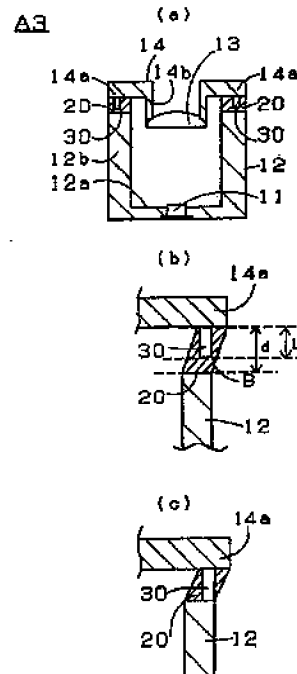
(74)代理人 弁理士 中野 雅房

(54)【発明の名称】 光学モジュール及びその製造方法並びに当該光学モジュールを用いたレーザレーダ装置、車両、光電センサ、光センサ装置及び符号情報処理装置

(57)【要約】

【課題】 異なる熱膨張率を有する保持部の接合部分の耐久性を高めるとともに製造工程を簡素化する。

【解決手段】 底面12aに受光素子11が取り付けられる筒状の第一保持部12と、コリメートレンズ13が取り付けられる筒部14bの上面外周にフランジ14aが形成され、第一保持部12よりも筒部分の径が小とされた第二保持部14とを備えている。そして、第二保持部14のフランジ14a下面の外周縁に、接着層20を介して第一保持部12の側壁上端が接合されている。剪断破壊されない接着層の厚さを $d_{min}$ とし、フランジ14aに、接着層20との接着面に、接着層20内に突出する突起30を設け、その長さ $l$ を $d_{min}$ 以上の長さとする。すなわち、製造時に接着層20の厚みを $d_{min}$ 以上にするとともに、計測動作時の熱膨張による接着層20の歪みを物理的に阻止する突起30を設けている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 発光素子もしくは受光素子を保持する第一保持部と、レンズのような光学素子を保持する第二保持部とを接着層を介して接合し、前記第一保持部と前記第二保持部とを熱膨張率の異なる部材によって形成することによって、温度変化に伴う前記発光素子もしくは受光素子と前記光学素子との距離の変化を小さくするようにした光学モジュールにおいて、

前記第一保持部もしくは第二保持部のいずれかの、接着層との接合面に、当該接着層内に突出する突起を設けていることを特徴とする光学モジュール。

【請求項2】 前記突起は少なくとも3つ以上形成されていることを特徴とする、請求項1に記載の光学モジュール。

【請求項3】 前記突起の先端面が曲面によって形成されていることを特徴とする、請求項1に記載の光学モジュール。

【請求項4】 前記突起の基部の周囲に溝が設けられていることを特徴とする、請求項1に記載の光学モジュール。

【請求項5】 前記突起は、前記第一又は第二保持部の外周面に沿った方向の寸法が外周面に垂直な方向の寸法より長くなっていることを特徴とする、請求項1に記載の光学モジュール。

【請求項6】 発光素子もしくは受光素子を保持する第一保持部と、レンズのような光学素子を保持する第二保持部とを接着層を介して接合し、前記第一保持部と前記第二保持部とを熱膨張率の異なる部材によって形成することによって、温度変化に伴う前記発光素子もしくは受光素子と前記光学素子との距離の変化を小さくするようにした光学モジュールにおいて、前記第一及び第二保持部の少なくとも一方の、接着層との接合面以外の面に、当該接合面間の距離を一定値以上に保つための突起を設けていることを特徴とする光学モジュール。

【請求項7】 発光素子もしくは受光素子を保持する第一保持部と、レンズのような光学素子を保持する第二保持部とを接着層を介して接合し、前記第一保持部と前記第二保持部とを熱膨張率の異なる部材によって形成することによって、温度変化に伴う前記発光素子もしくは受光素子と前記光学素子との距離の変化を小さくするようにした光学モジュールにおいて、前記第一及び第二保持部の少なくとも一方の、接着層との接合面の近傍に、光軸方向の切り溝を設けていることを特徴とする光学モジュール。

【請求項8】 前記第一及び第二保持部の少なくとも一方の外周部が角筒状に形成され、当該保持部の外周面における稜線に前記切り溝を設けていることを特徴とする、請求項7に記載の光学モジュール。

【請求項9】 発光素子もしくは受光素子を保持する第

一保持部と、レンズのような光学素子を保持する第二保持部とを接着層を介して接合し、前記第一保持部と前記第二保持部とを熱膨張率の異なる部材によって形成することによって、温度変化に伴う前記発光素子もしくは受光素子と前記光学素子との距離の変化を小さくするようにした光学モジュールにおいて、

前記第一及び第二保持部の少なくとも一方を複数の部材に分割していることを特徴とする光学モジュール。

【請求項10】 前記第一保持部を筒状に配列された複数の接続保持部と前記発光素子もしくは受光素子を保持する保持面とに分割し、前記保持面と第二保持部とを熱膨張率の等しい部材によって形成し、前記接続保持部と前記保持面とを熱膨張率の異なる部材によって形成していることを特徴とする、請求項9に記載の光学モジュール。

【請求項11】 発光素子もしくは受光素子を保持する第一保持部と、レンズのような光学素子を保持する第二保持部とを接着層を介して接合し、前記第一保持部と前記第二保持部とを熱膨張率の異なる部材によって形成することによって、温度変化に伴う前記発光素子もしくは受光素子と前記光学素子との距離の変化を小さくするようにした光学モジュールにおいて、

前記第一及び第二保持部の接合面は、前記第一及び第二保持部が熱膨張もしくは収縮したとき、前記接着層を圧縮又は引張するように対向配置されていることを特徴とする光学モジュール。

【請求項12】 前記第一及び第二保持部の少なくとも一方の接合面は、前記第一及び第二保持部が熱膨張もしくは収縮したとき前記接着層を圧縮又は引張するように対向配置された面とほぼ垂直な方向を向いた面を有することを特徴とする、請求項11に記載の光学モジュール。

【請求項13】 発光素子もしくは受光素子を保持する第一保持部と、レンズのような光学素子を保持する第二保持部とを接着層を介して接合し、前記第一保持部と前記第二保持部とを熱膨張率の異なる部材によって形成することによって、温度変化に伴う前記発光素子もしくは受光素子と前記光学素子との距離の変化を小さくするようにした光学モジュールにおいて、前記第一及び第二保持部の、接着層との接合面が、互いに螺合するネジ部となっていることを特徴とする光学モジュール。

【請求項14】 発光素子もしくは受光素子を保持する第一保持部と、レンズのような光学素子を保持する第二保持部とを接着層を介して接合し、前記第一保持部と前記第二保持部とを熱膨張率の異なる部材によって形成することによって、温度変化に伴う前記発光素子もしくは受光素子と前記光学素子との距離の変化を小さくするようにした光学モジュールの製造方法であって、少なくともいずれか一方に突起を形成された前記第一及

び第二保持部の接合面のうち、少なくとも一方の接合面に未硬化の接着剤を供給する工程と、前記発光素子もしくは受光素子と前記光学素子を所定の光学的效果が得られるように調節する工程と、前記光学的效果の調節工程が、前記突起に妨げられることなく完了したか否かを判断する工程と、を備えていることを特徴とする光学モジュールの製造方法。

【請求項15】 レーザ光を発光する投光部と、対象物で反射したレーザ光を受光して光強度を検出する受光部と、受光部から出力される信号を処理する信号処理回路とを備え、前記発光から受光までの時間的遅延に基づいて対象物までの距離を計測するレーザレーダ装置において、

前記投光部もしくは前記受光部のうち少なくとも一方が、請求項1～13に記載の発光素子を備えた光学モジュールもしくは受光素子を備えた光学モジュールを用いていることを特徴とするレーザレーダ装置。

【請求項16】 自動車から対象物までの距離を計測するための、請求項15に記載のレーザレーダ装置を備えていることを特徴とする車両。

【請求項17】 対象物に向けて光ビームを射出する投光部と、対象物で反射した光ビームを受光する受光部とを備えた光電センサにおいて、前記投光部もしくは前記受光部のうち少なくとも一方が、請求項1～13に記載の発光素子を備えた光学モジュールもしくは受光素子を備えた光学モジュールを用いていることを特徴とする光電センサ。

【請求項18】 光ビームを射出する投光部と、投光部から射出された光ビームを走査する光走査部と、対象物で反射した光ビームを受光して光強度を検出する受光部と、受光部から出力される信号を処理する信号処理回路とを備え、前記投光部から射出された光ビームを光走査部によって走査して対象物に照射し、当該対象物からの反射光ビームを受光部によって受光し、当該受光部から出力された信号に基づいて信号処理回路が当該対象物の有無や形状などの情報を検知する光センサ装置において、

前記投光部もしくは前記受光部のうち少なくとも一方が、請求項1～13に記載の発光素子を備えた光学モジュールもしくは受光素子を備えた光学モジュールを用いていることを特徴とする光センサ装置。

【請求項19】 光ビームを射出する投光部と、投光部から射出された光ビームを走査する光走査部と、バーコードのような符号情報を有する対象物で反射した光ビームを受光して光強度を検出する受光部と、受光部から出力される信号を処理する信号処理回路とを備え、前記投光部から射出された光ビームを光走査部によって走査して対象物に照射し、当該対象物からの反射光ビームを受光部によって受光し、当該受光部から出力された信号に基づいて信号処理回路が当該対象物の有する符号情報を

読み取る符号情報処理装置において、

前記投光部もしくは前記受光部のうち少なくとも一方が、請求項1～13に記載の発光素子を備えた光学モジュールもしくは受光素子を備えた光学モジュールを用いていることを特徴とする符号情報処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光学モジュール及びその製造方法に関する。さらに、当該光学モジュールを用いたレーザレーダ装置、車両、光電センサ、光センサ装置及び符号情報処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

(第1の従来例)従来のコリメートモジュールA1は、図1(a)に示すように、上面が開いた筒形の保持部1と、保持部1の上面を覆うように固定されたコリメートレンズ2と、保持部1の底面に固定された発光素子3とからなり、発光素子3からの拡散光4をコリメートレンズ2によってコリメート光5にして保持部1の上面から投光するようになっている。

【0003】しかしながら、上記従来のコリメートモジュールA1では、コリメートモジュールA1の温度が変化すると、保持部1が図1(b)に示すように膨張したり、あるいは収縮したりするため、発光素子3とコリメートレンズ2の距離が変化し、射出される投光ビーム6がコリメート性を失ってしまう。さらに、温度が変化すると発光素子3からの射出光4の波長が変化するため、コリメートレンズ2での集光角、発散角が変化してコリメート性低減の原因となるので、大きな温度変化においてコリメート性を維持するのは困難である。

【0004】(第2の従来例)そこで、特開平4-226095号公報に開示されているように、大きな温度変化においてもコリメート性を失わない構成のコリメートモジュールが提案されている。

【0005】上記第2のコリメートモジュールA2は、図2(a)(b)に示すように、保持部10を熱膨張率の異なる2つの保持部、すなわち発光素子11を取り付ける第一保持部12と、コリメートレンズ13を取り付ける第二保持部14に分割した構成となっている。コリメートレンズ13は第二保持部14の筒部14bの後端に固定され、第二保持部14のフランジ14aが第一保持部12の先端に固定されている。

【0006】図3(a)は、図2に示したコリメートモジュールA2の断面図であり、図3(b)は、コリメートモジュールA2の温度が上昇して保持部10が膨張したときの図である。第一保持部12は、温度上昇とともに発光素子11とコリメートレンズ13の距離を遠ざける方向へ膨張し、逆に第二保持部14は発光素子11とコリメートレンズ13を近づける方向に膨張する。このとき、それぞれの保持部12、14が発光素子11とコ

リメートレンズ13の距離の変化を打ち消し合う方向に膨張するため、保持部12、14の長さをそれぞれの熱膨張率に応じて最適に設計しておけば、周囲温度が変化しても発光素子11とコリメートレンズ13の距離をほぼ一定に保つことができるので、投光ビーム15のコリメート性を持続できるようになっている。また、保持部12、14の熱膨張率を適当な値に調整することにより、発光素子11の出射光16の発光波長の温度変化を打ち消すように最適設計することができる。

【0007】しかしながら、上記コリメートモジュールA2では、個別に形成された第一保持部12と第二保持部14を接合一体化して保持部を組み立てる必要があるため、その接合部分の構成に工夫が必要となる。第一保持部12と第二保持部14を強固に接合する方法としては、まずネジ止めなどの機械的手段により接合する方法が考えられる。

【0008】しかし、一般に、コリメートモジュールA2の製造時には、投光ビーム15をコリメート化するため、光軸方向(Z軸方向)におけるコリメートレンズ13と発光素子11との焦点調整と、コリメートモジュールA2から垂直に投光ビーム15を出射させるための、コリメートレンズ13と発光素子11との光軸合せ(X軸方向及びY軸方向の調整)を行なう必要がある。

【0009】この調整作業においては、それぞれの方向におけるコリメートレンズ13と発光素子11との配置には、高性能なコリメートモジュールA2を製造するために数 $\mu\text{m}$ オーダーの調整が必要となる。これに対し、第一保持部12と第二保持部14の接合部分をネジ止めなどの機械的な接合とする方法では、数 $\mu\text{m}$ オーダーでの位置決めが困難となるので、高性能なコリメートモジュールA2にはネジ止めなどの機械的接合手段は適当でない。

【0010】そのため、高性能なコリメートモジュールでは、図4に示すコリメートモジュールA2のように、接着剤を用いて第一保持部12と第二保持部14を接合

$$\tau = G\gamma = G \cdot \Delta T \cdot R (\alpha_1 - \alpha_2) / d \quad \cdots \text{①}$$

(Gは接着層の横弾性係数)と表わされ、この剪断応力 $\tau$ が破壊強度Fを越えたとき、接着層20が破壊される。

【0013】このような理由から、接着層20によって第一保持部12と第二保持部14を接着したコリメートモジュールA2では、大きな温度変化が生じた場合には接着層20が破壊され、コリメートモジュールA2の耐久性を保証できないことになる。

【0014】上記①式から分かるように、接着層20に生じる剪断応力 $\tau$ を小さくするためには、熱膨張率の差 $\alpha_1 - \alpha_2$ を小さくすればよい。しかし、第一保持部12と第二保持部14に熱膨張率の差 $\alpha_1 - \alpha_2$ が小さくなるような材質を選択すると、コリメートモジュールA2の温度安定性(つまり、温度が変化したとしてもコリ

し、この接着層20によってZ軸方向(光軸方向)の焦点調整とX軸及びY軸方向の光軸合せをする方法が主流である。この方法は、Z軸方向、X軸及びY軸方向で第一保持部12と第二保持部14の位置関係を調整することによって相対的にコリメートレンズ13と発光素子11の焦点調整と光軸合せを行ない、調整作業が終了した直後に接着層20を硬化させて第一及び第二保持部12、14を固定するものである。接着層20は、第一保持部12と第二保持部14が光軸方向で焦点調整する必要があるため、ある程度の厚さdを有している。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、第一保持部12及び第二保持部14は、光軸17と平行なZ軸方向だけでなく、光軸17に直交するX軸及びY軸方向に対しても膨張若しくは収縮しようとする。図5(b)は常温における接着層20の状態を示す図であり、このとき断面長方形であった接着層20は、周囲温度が下降すると、図5(a)に示すように平行四辺形状に歪み、逆に、周囲温度が上昇すると、図5(c)に示すように平行四辺形状に歪んでしまう。これは、第一保持部12と第二保持部14が熱膨張率の異なる部材から成っているために起こる現象である。

【0012】例えば、コリメートモジュールA2が光軸17に対して対称な構造を有している場合、第一保持部12の熱膨張率を $\alpha_1$ 、第二保持部14の熱膨張率を $\alpha_2$ 、光軸17から接着層20までの距離(円筒状の第一保持部12及び第二保持部14の半径)をR、接着層20の厚さをdとすると、コリメートモジュールA2に $\Delta T$ の温度変化を与えたときの接着層20の上面と下面との間の水平方向の相対的な変位aは、

$$\Delta T \times R (\alpha_1 - \alpha_2)$$

となる。よって、接着層20の剪断歪み $\gamma = a/d$ は、

$$\gamma = \Delta T \cdot R (\alpha_1 - \alpha_2) / d$$

となる。この剪断歪み $\gamma$ によって接着層20に生じる剪断応力 $\tau$ は、

メートレンズと発光素子の距離を一定に保ってコリメート光を投光すること)を保証できなくなる。

【0015】また、上記①式によれば、第一保持部12及び第二保持部14の半径Rを小さくすることも剪断応力 $\tau$ を小さくするうえで有効である。しかし、コリメートモジュールA2を小さくすると、コリメートレンズ13のレンズ径も必然的に小さくなり、発光素子11の拡散出射光16を効率良く集光することができず、光強度が低下する。

【0016】本発明は叙上の従来例の欠点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、接着層に生じる剪断応力を小さくすることによって異なる熱膨張率を有する第一保持部と第二保持部の接合部分の耐久性を高めることにあり、さらに、コリメートモジュールの製

造工程を簡略化することにある。

【0017】

【発明の開示】請求項1に記載の光学モジュールは、発光素子もしくは受光素子を保持する第一保持部と、レンズのような光学素子を保持する第二保持部とを接着層を介して接合し、前記第一保持部と前記第二保持部とを熱膨張率の異なる部材によって形成することによって、温度変化に伴う前記発光素子もしくは受光素子と前記光学素子との距離の変化を小さくするようにした光学モジュールにおいて、前記第一保持部もしくは第二保持部のいずれかの、接着層との接合面に、当該接着層内に突出する突起を設けていることを特徴としている。

【0018】発光素子や受光素子が発熱したり、周囲温度が変化したりして第一保持部及び第二保持部が膨張収縮すると、第一保持部と第二保持部の接合面が光軸方向と直交する方向にも移動するので、接着層に剪断歪みが発生する。このとき接着層の厚さが薄い場合には、接着層に大きな剪断応力が発生して接着層が破壊する恐れがある。しかし、本発明の光学モジュールにあつては、接合面に設けた突起によって接着層の厚さを一定値以上に保つことができるので、大きな温度変化に伴って接着層に剪断歪みが生じても大きな剪断応力が生じるのを防止し、接着層の破壊を防止することができる。

【0019】したがって、光学モジュールの動作中に、発光素子の発熱や周囲温度の変化等によって第一保持部及び第二保持部が膨張したり収縮したりして接着層に剪断歪みが発生し、動作中に光学モジュールが破損するのを防止することができ、光学モジュールの信頼性を高めることができる。

【0020】請求項2に記載の実施態様は、請求項1記載の光学モジュールにおいて、前記突起が少なくとも3つ以上形成されていることを特徴としている。

【0021】接合面に3つ以上の突起を配置すれば、接合面どうしが傾いて接合面間の接着層に厚い箇所や薄い箇所が生じるのを防止することができる。従って、接合面の傾きによって生じた接着層の薄い箇所が剪断破壊が生じるのを防止することができる。

【0022】請求項3に記載の実施態様は、請求項1記載の光学モジュールにおいて、前記突起の先端面が曲面によって形成されていることを特徴としている。

【0023】突起の先端面を曲面によって形成することにより、接着層に歪みが発生しても突起の先端面に剪断応力が集中するのを防止し、応力を曲面全体に分散させることができ、突起の先端面が接着層から剥離しにくくできる。

【0024】請求項4に記載の実施態様は、請求項1記載の光学モジュールにおいて、前記突起の基部の周囲に溝が設けられていることを特徴としている。

【0025】例えば突起の先端等から接着層が剥離して剥離が突起に沿って進行しても、突起の基部に溝が設け

られていると、接着層の剥離が溝の内面で止められる。すなわち、溝は剥離しようとする接着層に対して防波堤の働きをし、接着層の剥離の進行をくい止めることができる。

【0026】請求項5に記載の実施態様は、請求項1記載の光学モジュールにおいて、前記突起は、前記第一又は第二保持部の外周面に沿った方向の寸法が外周面に垂直な方向の寸法より長くなっていることを特徴としている。

【0027】光学モジュールの動作中に、発光素子等が発熱して第一保持部及び第二保持部が膨張すると、接合面が移動して接着層が歪む。このとき、突起は第一及び第二保持部の外周面に沿った方向に短くなっているの、接着層の剪断歪みに伴って前記突起が前記外周面に垂直な方向に曲る。従って、突起が変形し易くなり、接着層の剥離を防止することができ、突起の弾性変形のために剪断応力が消費されて剪断破壊を低減することができる。

【0028】さらに、突起は第一及び第二保持部の外周面に沿った方向の寸法が長くなっているの、突起の樹脂成形時における樹脂材料の注入不足を防止することができ、必要長さの突起を確実に成形することができる。

【0029】請求項6に記載の光学モジュールは、発光素子もしくは受光素子を保持する第一保持部と、レンズのような光学素子を保持する第二保持部とを接着層を介して接合し、前記第一保持部と前記第二保持部とを熱膨張率の異なる部材によって形成することによって、温度変化に伴う前記発光素子もしくは受光素子と前記光学素子との距離の変化を小さくするようにした光学モジュールにおいて、前記第一及び第二保持部の少なくとも一方の、接着層との接合面以外の面に、当該接合面間の距離を一定値以上に保つための突起を設けていることを特徴としている。

【0030】この光学モジュールにあつては、突起が第一若しくは第二保持部に当接することによって第一及び第二保持部の接合面間の距離を一定値以上に保つことができ、接合面間の接着層の厚さが小さくなるのを防止する。しかも、この突起は接着層内に埋っていないので、接着層内において突起に応力が集中して接着層が剥離する恐れがない。

【0031】請求項7に記載の光学モジュールは、発光素子もしくは受光素子を保持する第一保持部と、レンズのような光学素子を保持する第二保持部とを接着層を介して接合し、前記第一保持部と前記第二保持部とを熱膨張率の異なる部材によって形成することによって、温度変化に伴う前記発光素子もしくは受光素子と前記光学素子との距離の変化を小さくするようにした光学モジュールにおいて、前記第一及び第二保持部の少なくとも一方の、接着層との接合面の近傍に、光軸方向の切り溝を設けていることを特徴としている。

【0032】この光学モジュールにあつては、第一及び第二保持部の少なくとも一方の、接着層との接合面の近傍に、光軸方向の切り溝を設けているから、光学モジュールに大きな温度変化が生じて、それに伴って第一もしくは第二保持部の切り溝間の切片が撓み、その分接着層の歪みが緩和される。

【0033】従つて、第一もしくは第二保持部に設けた切り溝によって温度変化時に接着層に生じる応力を低減することができ、接着層の温度変化による破壊を防止することができる。

【0034】請求項8に記載の実施態様は、請求項7に記載の光学モジュールにおいて、前記第一及び第二保持部の少なくとも一方の外周部が角筒状に形成され、当該保持部の外周面における稜線上に前記切り溝を設けていることを特徴としている。

【0035】この実施態様にあつては、角筒状をした第一又は第二保持部の稜線上に切り溝を設けているので、切り溝間の切片が平板状となり、光学モジュールの温度変化に伴う切り溝間の切片の弾性変形が容易になる。よつて、接着層の破壊を低減する効果をより高めることができる。

【0036】請求項9に記載の光学モジュールは、発光素子もしくは受光素子を保持する第一保持部と、レンズのような光学素子を保持する第二保持部とを接着層を介して接合し、前記第一保持部と前記第二保持部とを熱膨張率の異なる部材によって形成することによつて、温度変化に伴う前記発光素子もしくは受光素子と前記光学素子との距離の変化を小さくするようにした光学モジュールにおいて、前記第一及び第二保持部の少なくとも一方を複数の部材に分割していることを特徴としている。

【0037】この光学モジュールによれば、第一又は第二保持部を複数の部材に分割しているので、第一又は第二保持部の各部分を熱膨張率の異なる部材によつて組み立てることができ、それによつて請求項10の実施態様のよう、部材間の接着層に剪断応力が発生しにくくできる。

【0038】請求項10に記載の実施態様は、請求項9に記載の光学モジュールにおいて、前記第一保持部を筒状に配列された複数の接続保持部と前記発光素子もしくは受光素子を保持する保持面とに分割し、前記保持面と第二保持部とを熱膨張率の等しい部材によつて形成し、前記接続保持部と前記保持面とを熱膨張率の異なる部材によつて形成していることを特徴としている。

【0039】この実施態様の光学モジュールによれば、第一保持部の保持面と第二保持部との間に複数の接続保持部が筒状に配列され、接続保持部の上端面及び下端面が保持面と第二保持部に接着されるので、光学モジュールに温度変化が生じると、熱膨張率の等しい第一保持部の保持面と第二保持部は同じように膨張収縮する。このため保持面と第二保持部間の接続保持部は、隣接する接

続保持部間の間隔を広狭変化させながら保持面及び第二保持部と共に変位する。この結果、光学モジュールの接着層に大きな剪断応力が発生せず、接着層の剪断破壊を防止することができる。

【0040】請求項11に記載の光学モジュールは、発光素子もしくは受光素子を保持する第一保持部と、レンズのような光学素子を保持する第二保持部とを接着層を介して接合し、前記第一保持部と前記第二保持部とを熱膨張率の異なる部材によつて形成することによつて、温度変化に伴う前記発光素子もしくは受光素子と前記光学素子との距離の変化を小さくするようにした光学モジュールにおいて、前記第一及び第二保持部の接合面は、前記第一及び第二保持部が熱膨張もしくは収縮したとき、前記接着層を圧縮又は引張するように対向配置されていることを特徴としている。

【0041】この光学モジュールにあつては、第一及び第二保持部が膨張収縮するとき、圧縮力又は引張力を発生するように第一及び第二保持部を接着している。従つて、光学モジュールの温度変化によつて接着層には圧縮力もしくは引張力が生じるが、引張破壊強度や圧縮破壊強度は剪断破壊強度に比較して大きな値を有しているので、光学モジュールの破壊強度を高めることができる。

【0042】請求項12に記載の実施態様は、請求項11に記載の光学モジュールにおいて、前記第一及び第二保持部の少なくとも一方の接合面は、前記第一及び第二保持部が熱膨張もしくは収縮したとき前記接着層を圧縮又は引張するように対向配置された面とほぼ垂直な方向を向いた面を有することを特徴としている。

【0043】この実施態様にあつては、前記接着層を圧縮又は引張するように対向配置された面とほぼ垂直な方向を向いた接合面を有しているから、当該接合面によつて例えば第二保持部の重量を保持することができ、第二保持部の重量によつて接着層を圧縮又は引張するように対向配置された接合面間の接着層に剪断応力が発生するのを防止することができる。

【0044】請求項13に記載の光学モジュールは、発光素子もしくは受光素子を保持する第一保持部と、レンズのような光学素子を保持する第二保持部とを接着層を介して接合し、前記第一保持部と前記第二保持部とを熱膨張率の異なる部材によつて形成することによつて、温度変化に伴う前記発光素子もしくは受光素子と前記光学素子との距離の変化を小さくするようにした光学モジュールにおいて、前記第一及び第二保持部の、接着層との接合面が、互いに螺合するネジ部となっていることを特徴としている。

【0045】この光学モジュールにおいては、第一保持部と第二保持部を互いに螺合させているので、第一保持部と第二保持部を互いに回転させることによつて第一保持部に保持されている発光素子と第二保持部に保持されている光学素子の距離を容易に微調整することができ

る。

【0046】しかも、このネジ部によって第一保持部と第二保持部を接着しているため、各断面においてはほぼ2方向の接合面を持つことになり、圧縮応力の生じる方向と垂直な接合面間では、剪断破壊の生じにくい接着層を形成し、圧縮応力の生じる方向と平行な接合面では、例えば第二保持部の重量を保持して圧縮応力の生じる方向と垂直な接合面間の接着層に剪断応力が発生しないようにできる。

【0047】したがって、光学的な調整作業を行ない易く、しかも破壊強度の大きな光学モジュールを得ることができる。

【0048】請求項14に記載の光学モジュールの製造方法は、発光素子もしくは受光素子を保持する第一保持部と、レンズのような光学素子を保持する第二保持部とを接着層を介して接合し、前記第一保持部と前記第二保持部とを熱膨張率の異なる部材によって形成することによって、温度変化に伴う前記発光素子もしくは受光素子と前記光学素子との距離の変化を小さくするようにした光学モジュールの製造方法であって、少なくともいずれか一方に突起を形成された前記第一及び第二保持部の接合面のうち、少なくとも一方の接合面に未硬化の接着剤を供給する工程と、前記発光素子もしくは受光素子と前記光学素子を所定の光学的効果が得られるように調節する工程と、前記光学的効果の調節工程が、前記突起に妨げられることなく完了したか否かを判断する工程と、を備えていることを特徴としている。

【0049】この光学モジュールの製造方法によれば、突起の長さを、大きな温度変化が生じた時に接着層に剪断破壊が生じるような接着層の厚さと同等もしくはそれ以上にしておくことにより、接着層の厚さを最低寸法以上に保つことができる。

【0050】また、接着層の厚さを検査する際、接着層の厚さを測定するゲージとして突起を利用することによって不良品の検査を行なえる。すなわち、発光素子もしくは受光素子と光学素子を調整した状態において、接着層の厚さが突起の長さよりも短くなると、このコリメートモジュールは温度変化によって破損する恐れがあるので、不良品とすべきであるが、予め突起を設けてあれば、この突起に妨げられて発光素子もしくは受光素子と光学素子の調整を行なうことができないので、突起に妨げられて光学的効果の調整を行なえない場合には、不良品とすることができる。

【0051】従って、この発明によれば、光学モジュールの検査工程及び製造工程を簡略化することができる。

【0052】請求項15に記載のレーザレーダ装置は、レーザ光を発光する投光部と、対象物で反射したレーザ光を受光して光強度を検出する受光部と、受光部から出力される信号を処理する信号処理回路とを備え、前記発光から受光までの時間的遅延に基づいて対象物までの距

離を計測するレーザレーダ装置において、前記投光部もしくは前記受光部のうち少なくとも一方が、請求項1～13に記載の発光素子を備えた光学モジュールもしくは受光素子を備えた光学モジュールを用いていることを特徴としている。

【0053】請求項16に記載の車両は、自車両から対象物までの距離を計測するための、請求項15に記載のレーザレーダ装置を備えていることを特徴としている。

【0054】一般に、車間距離センサとしてのレーザレーダ装置は、目標物が遠いために投光距離を長く設定する必要があり、投光ビームが広がらないように、すなわち投光距離に対して光パワー密度を一定に保つために、発光素子とコリメートレンズとの距離を常に一定に保たなければならない。なおかつ、車両は広い温度範囲において使用される環境下にあるため、熱膨張に耐え得る光学モジュールでなければならない。従って、車間距離センサには、請求項1～13に記載の光学モジュールを使用するのが最適である。

【0055】請求項17に記載の光電センサは、対象物に向けて光ビームを出射する投光部と、対象物で反射した光ビームを受光する受光部とを備えた光電センサにおいて、前記投光部もしくは前記受光部のうち少なくとも一方が、請求項1～13に記載の発光素子を備えた光学モジュールもしくは受光素子を備えた光学モジュールを用いていることを特徴としている。

【0056】請求項18に記載の光センサ装置は、光ビームを出射する投光部と、投光部から出射された光ビームを走査する光走査部と、対象物で反射した光ビームを受光して光強度を検出する受光部と、受光部から出力される信号を処理する信号処理回路とを備え、前記投光部から出射された光ビームを光走査部によって走査して対象物に照射し、当該対象物からの反射光ビームを受光部によって受光し、当該受光部から出力された信号に基づいて信号処理回路が当該対象物の有無や形状などの情報を検知する光センサ装置において、前記投光部もしくは前記受光部のうち少なくとも一方が、請求項1～13に記載の発光素子を備えた光学モジュールもしくは受光素子を備えた光学モジュールを用いていることを特徴としている。

【0057】請求項19に記載の符号情報処理装置は、光ビームを出射する投光部と、投光部から出射された光ビームを走査する光走査部と、バーコードのような符号情報を有する対象物で反射した光ビームを受光して光強度を検出する受光部と、受光部から出力される信号を処理する信号処理回路とを備え、前記投光部から出射された光ビームを光走査部によって走査して対象物に照射し、当該対象物からの反射光ビームを受光部によって受光し、当該受光部から出力された信号に基づいて信号処理回路が当該対象物の有する符号情報を読み取る符号情報処理装置において、前記投光部もしくは前記受光部の



うち少なくとも一方が、請求項1～13に記載の発光素子を備えた光学モジュールもしくは受光素子を備えた光学モジュールを用いていることを特徴としている。

【0058】請求項15～19のレーザレータ装置や符号情報処理装置等に本発明による光学モジュールを用いれば、光学モジュールの破損する恐れを少なくできる。特に、苛酷な温度条件下で使用される場合にも、光学モジュールに故障が起きにくくなる。従って、光学モジュールを組み込まれている機器の耐久性及び信頼性を高めることができる。

【0059】

【発明の実施の形態】本発明の光学モジュールは、以下に示す3つの方法によって、異なる熱膨張率を有する2つの保持部の接合部分の耐久性を高めたものである。

1. 接着層の厚さを一定値以上に保つことにより、接着層に生じる剪断応力を小さくする方法。
  2. 保持部を変形し易くすることにより、接着層に生じる歪を小さくし、それによって剪断応力を小さくする方法。
  3. 保持部と接着層との接合面を、保持部の熱膨張/収縮時に剪断応力が発生する面と垂直な面に形成することにより、接着層に剪断応力が生じない様にする方法。
- 以下、これらの方法を本発明の実施形態に従って順次説明する。

【0060】(第1の実施形態)図6(a)は本発明の

$$\gamma = \Delta T \cdot R (\alpha 1 - \alpha 2) / d \quad \dots \textcircled{2}$$

$\Delta T$ : 温度変化     $R$ : 接着部の半径     $d$ : 接着層の厚さ

$\alpha 1$ : 第一保持部の熱膨張率     $\alpha 2$ : 第二保持部の熱膨張率

と表わされる。この剪断歪み $\gamma$ によって接着層20に生じる剪断応力 $\tau$ は、

$$\tau = G \gamma = G \cdot \Delta T \cdot R (\alpha 1 - \alpha 2) / d \quad \dots \textcircled{3}$$

で表わされる。ここで、比例定数 $G$ は硬化した接着剤の横弾性係数である。この剪断応力 $\tau$ が、接着層20と第一保持部12または第二保持部14との接着強度 $F$ を上

$$G \cdot \Delta T \cdot R (\alpha 1 - \alpha 2) / d < F \quad \dots \textcircled{4}$$

よって、接着層20の厚さ $d$ を、

$$d > G \cdot \Delta T \cdot R (\alpha 1 - \alpha 2) / F \quad \dots \textcircled{5}$$

に保てば、接着層20は破壊されない。ここで、⑤式の左辺と右辺とが等しいときの接着層20の厚さ $d$ 、つま

$$d_{\min} = G \cdot \Delta T \cdot R (\alpha 1 - \alpha 2) / F \quad \dots \textcircled{6}$$

【0062】上記⑤式及び⑥式によれば、接着層20の破壊を防止するためには、できるだけ接着層20の厚さ $d$ を大きくすることが好ましく、少なくとも $d_{\min}$ 以上にするのが好ましいことが分かる。そこで、このコリメートモジュールA3では、想定される最大の温度変化 $\Delta T$ が生じた時に剪断破壊が生じないための接着層20の厚さの最低値 $d_{\min}$ を求め、第一保持部12の筒部12b上面と第二保持部14のフランジ14a下面とを接合している接着層20の厚さ $d$ が最低値 $d_{\min}$ に比べて十分に大きな状態で、コリメートレンズ13と発光素子11とを焦点調整できるよう、例えば第一保持部12の

一実施形態によるコリメートモジュールA3を示す断面図である。このコリメートモジュールA3は、第2の従来例とほぼ同様な構成を有しており、第一保持部12と第二保持部14を有している。第一保持部12は筒部12bと底面12aからなり、底面12aには受光素子11が取り付けられている。第二保持部14は筒部14bとその上端外周に設けられたフランジ14aからなり、筒部14bの下端部にはコリメートレンズ13が取り付けられている。第二保持部14の筒部14bの外径は、第一保持部12の筒部12bの内径よりも小さくなっており、第二保持部14のフランジ14aの外径と第一保持部12の筒部12bの外径とはほぼ等しくなっている。そして、第二保持部14のフランジ14aの下面外周縁と第一保持部12の筒部12bの上端面とが、接着層20を介して接合されている。また、第二保持部14のフランジ14aの下面には丸軸状または角軸状をした剛性の突起30が突設されており、突起30は第一保持部12の筒部12bの上端面へ向けて接着層20内へ突出させられている。

【0061】コリメートモジュールA3に大きな温度変化が加わると、従来例でも説明した通り、接着層20は図6(b)に示すように変形し、接着層20には剪断歪みが生じる。温度変化 $\Delta T$ を与えたときに接着層20に生じる剪断歪み $\gamma$ は、

回ったとき接着層20に破壊が生じることになる。つまり、接着層20が破壊されない条件は、次の④式のようになる。

$$G \cdot \Delta T \cdot R (\alpha 1 - \alpha 2) / d < F \quad \dots \textcircled{4}$$

$$d > G \cdot \Delta T \cdot R (\alpha 1 - \alpha 2) / F \quad \dots \textcircled{5}$$

り接着層20が剪断破壊されないための最低値を $d_{\min}$ とする。すなわち、

$$d_{\min} = G \cdot \Delta T \cdot R (\alpha 1 - \alpha 2) / F \quad \dots \textcircled{6}$$

筒部長などを設計している。

【0063】しかし、接着層20の厚さ $d$ の設計値が十分な厚さを有していたとしても、コリメートレンズ13の焦点距離の誤差や第一保持部12の筒部長の誤差などがあると、コリメートレンズ13と発光素子11の焦点調整を行なった結果、接着層20の厚さ $d$ が最低値 $d_{\min}$ 以下になることがある。このような場合には、温度変化によって接着層20が剪断破壊される恐れがあるので、不良品として廃棄する必要があるが、そのためには、接着層20の厚さ $d$ をゲージや検査装置などによってチェックする必要がある。このようなチェックのた

め、製造工程もしくは製造後の検査工程などが複雑になる。

【0064】また、製造時には接着層20の厚さdが十分であったとしても、なんらかの原因によって第一保持部12と第二保持部14の間に一時的に外力が加わり、接着層20が圧縮されて厚さdが最低値dminより薄くなった場合には、重ねて大きな温度変化が生じると、容易に接着層20が剪断破壊される恐れがある。

【0065】そこで、フランジ14aから突出している剛性の突起30の長さLをdmin以上の長さとしている。これによって、不良部品の混入、公差内における寸法誤差の相乗効果等の原因によって、接着層20の厚さdを最低値dmin以下にしないとコリメートレンズ13と発光素子11を焦点調整できないようなコリメートモジュールA3を容易にピックアップできるようになる(第2の実施形態において詳しく説明する)。

【0066】また、大きな温度変化が生じている場合において、第一保持部12と第二保持部14の間に一時的な外力が加わって接着層20が圧縮されたとしても、図6(c)に示すように、第二保持部14のフランジ14aから突出している突起30が第一保持部12の端面に突き当たる結果、接着層20の厚さdが最低値dmin以下になることを妨げられる。この結果、接着層20の厚さdが最低値dmin以下になるような大きな外力が加わった場合には、コリメートモジュールA3のコリメート性は損われるが、一時的に過大な外力が働いたときにコリメートモジュールA3が破壊され、使用できなくなる最悪の事態を避けることができる。外力が除かれた場合には、コリメート性は回復され、コリメートモジュールA3は正常に動作するようになる。

【0067】なお、この実施形態では、第二保持部に突起を設けたが、第一保持部の上端面に突起を突設し、第二保持部のフランジ下面に対向するようにしてもよい。これは、突起を有する以下の実施形態についても同様である。

【0068】(第2の実施形態)図7(a)は本発明の一実施形態によるコリメートモジュールA4を示す断面図である。この実施形態によるコリメートモジュールA4では、図7(b)に示すように、第二の保持部材14のフランジ14aから突出した突起31の先端が球面状に丸められており、曲率を有する形状とされている。

【0069】接着層20が剪断力を受けて歪むとき、最も大きな剪断応力が発生するのは、第1の実施形態の場合には、図6(b)に符号Bで示す箇所、すなわち突起30の先端の角であるため、B部周辺のみが剪断破壊する恐れがある。このB部周辺の剪断破壊する箇所の面積が接合面全体に比べて十分に小さければ問題ないが、剪断箇所が次第に成長する恐れもある。これに対し、第2の実施形態の場合には、角をなくすように突起31の先端に曲率を持たせているので、図7(b)に符号Cで示

す、曲率を有している箇所(正確には、突起31の軸を含む断面で曲率を有している箇所)の全体に応力が分散され、突起31の先端に剪断応力が集中するのを防止し、接着層20の剪断破壊を低減する効果をより高めている。なお、その他の構成は第1の実施形態のコリメートモジュールA3と同様であり、同部材には同符号を付してある。

【0070】(第2の実施形態の製造方法)図8(a)(b)～図10は第2のコリメートモジュールA4の製造方法を示す図である。以下、図8(a)(b)～図10に従ってコリメートモジュールA4の製造方法を説明するが、これは他の実施形態によるコリメートモジュールの製造方法にも適用できるものである。

【0071】コリメートモジュールA4の製造に際しては、まず図8(a)に示すように、第一保持部12の上端面に未硬化の紫外線硬化型接着剤20aを塗布し、図8(b)に示すように、第二保持部14のフランジ14aを第一保持部12の上端面に載置する。このとき、フランジ14aの突起31が紫外線硬化型接着剤20aに侵入して第一保持部12の上面に当接することにより接着層20の厚さdを少なくともdmin以上に確保するようになっている。

【0072】その際、図9に示すように、発光素子11を点灯させてコリメートレンズ13にビーム16を照射し、コリメートレンズ13を透過した投光ビーム15がコリメートとされているか否かをビームプロファイル検出装置33により調べながら、第二保持部14を光軸(Z軸)方向に移動調節する。ビームプロファイル検出装置33によって投光ビーム15がコリメート光となっていると判断されると、図10に示すように、紫外線硬化型接着剤20aに紫外線を照射して硬化させ、コリメート調整(焦点調整)された状態で第一保持部12と第二保持部14を接着する。

【0073】ところで、接着後の接着層20の厚さdが最低値dminより薄くなったら、大きな温度変化が生じたときに接着層20が剪断破壊されることは上記の通りである。しかしながら、接着層20の厚さdを測定しながら管理するのは難しく、工程数が増えるため商品価格に影響してしまう。

【0074】すなわち、第二保持部14にdmin以上の基準長さの突起31を設け、突起31が第一保持部12と当接することによって、コリメート調整中に接着層20が剪断破壊の生じる厚さ以上に薄くなっていないかどうか判定できるので、突起31をゲージとして利用することができる。そして、第一保持部12と第二保持部14を突起当接距離よりも近づけないとビーム16をコリメートできない場合は、そのコリメートモジュールA4を不良品として扱うようにする。

【0075】従って、突起31を接着層管理用のゲージとして利用することにより工程数も増やすことなく、大

きな温度変化における耐久性の高いコリメートモジュールA4を低コストで製造することができる。

【0076】(第3の実施形態)図11は本発明のさらに別な実施形態によるコリメートモジュールにおける第二保持部14を示す斜視図である。この実施形態においては、図11に示すように、 $d_{min}$ 以上の長さを持つ3つ以上の突起30a, 30b, 30c, ...を第二保持部14のフランジ14aの下面に設けることによって、全接合面において接着層20が厚さ $d_{min}$ 以上となることを保証し、剪断破壊を確実に防止するようになっている。

【0077】この実施形態において、突起の数を3つ以上とする理由は次に述べるとおりである。図12に示すように、突起30が1つしかないときには、コリメートモジュールの製造時に、第二保持部14が傾いて接着層20の厚さ $d$ が接合面に沿って不均一になり、 $d_{min}$ よりも薄くなる恐れがある。すなわち、突起30から離れた箇所での接着層20の厚さ $d$ は $d_{min}$ 以上であるということを保証し、 $d_{min}$ 以下なら第一及び第二保持部12, 14の熱膨張によって接着層20が剪断破壊される可能性がある。突起30が2つであるときも同様で、全ての接合面において接着層20の厚さ $d$ が $d_{min}$ 以上であることを保証することはできない。

【0078】しかしながら、図11に示すように、フランジ14a下面の接合面に少なくとも3つの突起30a, 30b, 30c, ...を適当な間隔で(例えば、ほぼ均等に)配置すれば、フランジ14aは突起30a, 30b, 30c, ...によって第一保持部12の上端面で少なくとも3点支持されるので、第二保持部14が傾くことなく安定し、接着層20の厚さ $d$ を確実に $d_{min}$ 以上に確保することができ、不測に接着層20の剪断破壊が生じるのを防止することができる。

【0079】また、突起の数を増加させることによって、各突起30a, 30b, 30c, ...の先端に生じる応力集中を緩和することができ、接着層20の破壊を緩和する効果をより高めることができる。

【0080】(第4の実施形態)第1の実施形態によるコリメートモジュールA3では、図6(b)に示すB部周辺において接着層20が破壊され、突起30と接着層20が剥離し、その剥離面が突起30に沿って成長し、ついには接着層20と第二保持部14との接合面の端部まで達することがある。

【0081】図13(a)(b)は、本発明のさらに別な実施形態によるコリメートモジュールA5を示す部分拡大断面図であって、上記のような接着層20の剥離面の成長を防止するようにしたものである。すなわち、このコリメートモジュールA5では、図13(a)に示すように、突起30の基部を囲むようにしてフランジ14aの下面に溝35を設けている。

【0082】第一及び第二保持部12, 14が熱膨張し

て接着層20が歪むと、図13(a)に示すように突起30の先端のB部に突起30と接着層20との剥離が生じ、この剥離が図13(b)に示すように突起30に沿って成長する。仮に、このような接着層20の剥離とその成長が生じても、接着層20はその剪断応力によって溝35の内壁面に押圧されるので、第二保持部14の接合面に沿った接着層20の剥離の進行を溝35の内壁面で食い止めることができる。すなわち、接着層20の剥離の進行に対して、溝35は防波堤の働きをすることになる。なお、その他の構成は第1の実施形態のコリメートモジュールA3と同様である。

【0083】(第5の実施形態)図14(a)は本発明のさらに別な実施形態によるコリメートモジュールA6を示す部分拡大断面図である。この実施形態では、大きな温度変化等によって接着層20に生じる剪断歪みによって変形する程度に突起36を細く形成している。しかし、コリメートモジュールA6に温度変化が生じたとき、接着層20に剪断歪みが発生すると、接着層20の剪断応力によって突起20が図14(b)に示すように変形し、突起36先端で接着層20が剥離しにくくなっている。さらに、突起36の弾性変形のために剪断応力が消費されて剪断破壊を低減するといった効果もある。なお、その他の構成は第3の実施形態のコリメートモジュールA5と同様である。

【0084】また、図14(b)から分かるように、突起36は全体を細くして全体の剛性を低くする必要はなく、突起36の基端部のみの剛性を低下させ、突起36が傾き易くしておいてもよい。

【0085】(第6の実施形態)上記のように突起36を細くすることによって突起36と接着層20との剥離を防止することができる。しかし、突起36が細すぎると、樹脂成形の際、樹脂材料が金型に流れ込みにくくなり、突起36の長さに対する寸法公差(つまり、突起36の長さ $L$ を $d_{min}$ 以上にすること)を保証できず、一方、寸法公差を保証するために突起36を太くすると、突起36が曲りにくくなり、大きな温度変化が生じた場合には、突起36の先端から剥離が生じる可能性がある。

【0086】そこで、図15に示す本発明のさらに別な実施形態では、突起37a, 37b, 37c, ...の形状を、フランジ14aの半径方向に狭く、円周方向に長い偏平な形状にしている。これによって、突起37a, 37b, 37c, ...が接着層20の歪みと共に変形し易くして先端での接着層20の剥離を防止するとともに、突起37a, 37b, 37c, ...の樹脂成形を容易にしている。すなわち、第一保持部12及び第二保持部14が接着層20を剪断破壊するように熱膨張する方向はフランジ14aの半径方向であり、突起37a, 37b, 37c, ...はこの方向に幅が狭くなっているため、接着層20の歪みに伴って突起37a, 37b, 37c, ...が曲

り、接着層20の剥離を防止する。一方、フランジ14aの円周方向で突起37a、37b、37c、…の幅が広がっているので、突起37a、37b、37c、…の断面積を広くすることができ、樹脂が滑らかに注入されるようにして成形性をよくしている。なお、その他の構成は第一の実施形態のコリメートモジュールA3と同様である。

【0087】(第7の実施形態)図16は本発明のさらに別な実施形態によるコリメートモジュールA7を示す部分拡大断面図である。このコリメートモジュールA7にあっては、フランジ14aの下面外周縁に突起38が突設されており、突起38のやや内側には僅かに突出したリング状の接合面39aが設けられている。第一保持部12の筒部12b上端面には、フランジ14aの接合面39aに対応したリング状の接合面39bが僅かに突出するように形成されている。すなわち、接着層20を介して接合された接合面39a、39b以外の箇所に突起38を設け、突起38が接着層20に侵入しないようにしており、これによって、突起38に沿って接着層20が剥離したりする不具合を防止している。なお、その他の構成は第1の実施形態のコリメートモジュールA3と同様である。

【0088】以下に示す実施形態は、保持部を変形し易くしたものである。

(第8の実施形態)図17は本発明のさらに別な実施形態によるコリメートモジュールA8を示す分解斜視図である。このコリメートモジュールA8にあっては、第一保持部12の円筒状をした筒部12bに、光軸17と平行な切り溝40を設けている。また、第二保持部14の筒部14bに設けた光軸17方向の切り溝40と連続する放射状の切り溝40をフランジ14aに設けている。従って、第一及び第二保持部12、14の接合面近傍を変形自在な構造とし、接着層20に生じる歪みを小さくしている。なお、切り溝40は第一保持部12と第二保持部14のいずれか一方のみに設けていてもよい。

【0089】図18(a)に温度変化がない場合の接合部分の状態を示し、図18(b)に温度変化が生じた場合の第二保持部14の切り溝40の作用を示し、図18(c)は温度変化が生じた場合の第一保持部12の切り溝40の作用を示している。第二保持部14に切り溝40が設けられている場合、これに温度変化を与えると、図18(b)のように光軸方向に対して平行であった第二保持部14の筒部14bが撓み変形する。これにより、接着層20を変形させる力を小さくして接着層20の剪断歪みを低減することができる。同様に、第一保持部12に切り溝40が設けられている場合、図18(c)のように光軸方向に対して平行であった第一保持部12の筒部12bが撓み、接着層20に生じる剪断歪みが低減するようになっている。これによって、異なる熱膨張率を有する第一及び第二保持部12、14を接合

している接着層20の剪断破壊強度を高めている。

【0090】(第9の実施形態)図19は本発明のさらに別な実施形態によるコリメートモジュールA9を示す分解斜視図である。このコリメートモジュールA9にあっては、第一及び第二保持部12、14の各筒部12b、14bを多角形筒状とし、筒部12b、14bには、角筒形状の各稜線に沿って光軸方向の切り溝40を設けている。また、第二保持部14のフランジ14aには筒部14bの切り溝40と連通するように放射状に切り溝40が形成されている。

【0091】第8の実施形態における筒部12b、14bでは、切り溝40間の切片42、41は、図20(a)に示すように湾曲しているので、フランジ14aの半径方向には屈曲しにくい。これに対し、第9の実施形態によれば、切り溝40間の切片42、41は、図20(b)のように平板状となっているので、フランジ14aの半径方向に一層撓み易くなり、接着層20を変形させる力をより小さくし、接着層20の剪断歪みをより小さくできる。

【0092】(第10の実施形態)図21及び図22は本発明のさらに別な実施形態によるコリメートモジュールA10を示す斜視図及び分解斜視図である。このコリメートモジュールA10にあっては、柱状をした複数の接続保持部50と、発光素子11を保持する底板51とによって第一保持部12が構成され、底板51の上に複数の接続保持部50が円筒状に配列されている。各接続保持部50の下端面は接着層20を介して底板51に接着されており、接続保持部50どうしは接着されることなく離間している。

【0093】また、複数の接続保持部50の上面とフランジ14aの下面とは接着層20を介して接合されている。接続保持部50と底板51及び第二保持部14との熱膨張率は、第二保持部14の光軸方向への熱膨張と接続保持部50の光軸方向への熱膨張に応じて、コリメートレンズ13と発光素子11間で所定距離を保つように設計されている。従って、第一保持部12の底板51は第二保持部14と熱膨張率の等しい材料によって形成されており、各接続保持部50は底板51及び第二保持部14よりも熱膨張率の小さな材料によって形成されている。

【0094】このようにフランジ14aと底板51は熱膨張率が同じであるため、それぞれ半径方向に等しく膨張し、接続保持部50との間に応力を発生させない。具体的にいうと、温度変化前には図23(a)に示すような寸法であったフランジ14a及び底板51が、大きな温度変化が生じた後では、図23(b)のような大きさに膨張したとすると、フランジ14aと底板51の間に接合されていた各接続保持部50は、フランジ14a及び底板51の膨張に伴って互いの隙間を大きくするように、フランジ14a及び底板51と共に変位する。従っ

て、接続保持部50上下の接着層20には、第一及び第二保持部12、14の熱膨張に起因する剪断応力が発生しない。

【0095】(第11の実施形態)図24は本発明のさらに別な実施形態によるコリメートモジュールA11を一部分解して示す断面図である。このコリメートモジュールA11にあつては、第二保持部14がフランジ14aと、フランジ14a下面に接着された筒部14bと、筒部14bの下端面に接着されたレンズ保持板14cからなり、レンズ保持板14cの開口にはコリメートレンズ13が保持されている。ここで、第二保持部14のフランジ14a及びレンズ保持板14cは第一保持部12と同じ熱膨張率の材料からなる。筒部14bは複数本の柱状保持部160を円柱状に配列して構成されている。柱状保持部160は第一保持部12よりも熱膨張率の大きな材料によって形成されている。

【0096】このように、第二保持部側を分割した実施形態によっても接合面に剪断歪みを発生させることを防止できる。

【0097】以下の実施形態では、第一保持部と第二保持部の接合面の方向を工夫している。

(第12の実施形態)図25は本発明のさらに別な実施形態によるコリメートモジュールA12を示す断面図である。このコリメートモジュールA12において、図25に示すように、接合面55a、55bを光軸方向と平行な面に配置することにより、大きな温度変化が生じた場合にも接着層20に剪断応力が生じないようにしている。すなわち、第二保持部14のフランジ55の外径を第一保持部12の筒部12bの内径よりも若干小さくし、フランジ55の外周面に第二保持部14の接合面55aを形成し、筒部12bの上端部内周面に第一保持部12の接合面55bを形成し、フランジ55を第一保持部12の筒部12aに挿入した状態で第二保持部14の接合面55aと第一保持部12の接合面55bを接着層20を介して接着している。

【0098】熱膨張率は第一保持部12よりも第二保持部14の方が大きいから、コリメートモジュールA12の温度が上昇すると、温度上昇前には図26(a)に示すような状態にあった接着層20は、図26(b)に示すように、フランジ55の接合面55aと第一保持部12の接合面55bとの間で圧縮され、圧縮応力を受ける。逆に、コリメートモジュールA12の温度が下降した場合には、接着層20は、フランジ55の接合面55aと第一保持部12の接合面55bとの間で引っ張られ、引張応力を受ける。このとき接着層20には温度変化に伴う剪断応力は発生しない。一般に、剪断破壊強度<引張破壊強度<圧縮破壊強度であるから、接合面をこのように配置することにより、コリメートモジュールA12の接着層20が温度変化に伴って破壊される恐れが低減し、接合部分の信頼性が向上する。

【0099】(第13の実施形態)図27(a)(b)は本発明のさらに別な実施形態によるコリメートモジュールA13を示す断面図及び部分拡大断面図である。このコリメートモジュールA13においては、第一保持部12の上端部内周面に接合面となる段部57bを凹設し、段部57bに沿った断面L字形の接着層58を介して、段部57bにフランジ55の外周部分57aが接合されている。すなわち、第一保持部12の接合面が断面L字型の段部57bとされており、フランジ55の外周面を段部57bの圧縮応力に垂直な接合面59aに接合すると共にフランジ55の下面を段部57b下面の接合面59bで受けている。

【0100】しかして、重力に直交する接合面59bと接着層58に働く圧縮応力に垂直な接合面59aを備えることによって、温度変化に対する耐久性を圧縮応力に垂直な接合面59aによって保証し、通常(常温)使用する際の接合強度を重力に直交する接合面59bで補うようになっている。すなわち、フランジ55の下面を段部57b下面の接合面59bに接着しているため、第二保持部14の重量を段部57b下面の接合面59bで保持することができる。従って、第二保持部14の重量によって、フランジ55の外周面と段部57bの垂直な接合面59aとの間の接着層58に剪断応力が発生するのを防止することができる。

【0101】また、このコリメートモジュールA13では、フランジ55下面と段部57bの接合面59bの間の接着層20が万一大きな温度変化によって剪断破壊したとしても、フランジ55の外周面と段部57bの垂直な接合面59aの間の接着層20は破壊することがないので、コリメートモジュールA13の全体が破損する恐れはない。

【0102】(第14の実施形態)図28(a)は本発明のさらに別な実施形態によるコリメートモジュールA14を示す断面図である。このコリメートモジュールA14においては、第二保持部14のフランジ55の外周面にネジ状をした接合面60bが形成され、第一保持部12の上端部内周にもネジ状の接合面60aが形成されている。第二保持部14は、外周の接合面60bに接着剤を塗布されたフランジ55を第一保持部12の接合面60a内に螺合されており、互いに螺合した接合面60a、60bどうしを接着層61を介して接合している。しかして、この実施態様にあつては、重力に直交する方向と圧縮応力に垂直な方向に広い面積の接合面60a、60bを備えているので、接着層61の破壊強度が向上する。また、製造時には、第二保持部14を回すことにより、発光素子11とコリメートレンズ13間の距離調整すなわちコリメート調整を容易に行なえる。

【0103】なお、ネジ状をした接合面60a、60bどうしは、発光素子11とコリメートレンズ13の光軸合せを行なえるよう、十分ながたつきを持たせてある。

【0104】(第15の実施形態)図28(b)は本発明のさらに別な実施形態によるコリメートモジュールA15を示す断面図である。このコリメートモジュールA15においては、第二保持部14のフランジ55の外周縁から垂下された外筒部56の内周面にネジ状をした接合面60bが形成され、第一保持部12の上端部外周にもネジ状の接合面60aが形成されている。第二保持部14は、内周の接合面60bに接着剤を塗布された外筒部56を第一保持部12の接合面60a内に螺合されており、互いに螺合した接合面60a、60bどうしを接着層61を介して接合している。しかし、この実施態様にあっても、重力に直交する方向と圧縮応力に垂直な方向に広い面積の接合面60a、60bを備えているので、接着層61の破壊強度が向上する。また、製造時には、第二保持部14を回すことにより、発光素子11とコリメートレンズ13間の距離調整すなわちコリメート調整を容易に行なえる。

【0105】(第16の実施形態)図29は本発明のさらに別な実施形態による光学モジュールA16を示す分解斜視図である。これは投受光一体型の光学モジュールであって、第一保持部153の底面に発光素子11と受光素子152が固定されている。また、第二保持部151にあつては、投光用のコリメートレンズ13を保持した筒部14bと受光用の結像レンズ(図示せず)を保持した筒部150とが共通のフランジ151aから垂下されている。第二保持部151は第一保持部153よりも熱膨張率の大きな材料によって形成されており、第二保持部151のフランジ151aは第一保持部153の上端面に接着されている。

【0106】しかし、発光素子11はコリメートレンズ13の光軸上において、コリメートレンズ13の焦点位置に配置されており、受光素子152は結像レンズの光軸上において、結像レンズの焦点位置に配置されている。この光学モジュールA16においても、温度変化が生じても第一保持部153の膨張収縮と第二保持部151の膨張収縮とが打消し合つて発光素子11とコリメートレンズ13の距離や受光素子152と結像レンズの距離が変化しないようになっている。

【0107】(第17の実施形態)図30は本発明の一実施形態によるレーザレーダ装置70を示すブロック図である。レーザレーダ装置70には、本発明による光学モジュール71が内装されている。光学モジュール71は、例えば第16の実施形態に示したようなものであって、発光素子及びコリメートレンズからなる投光部と受光素子及び結像レンズからなる受光部を備え、発光素子からレーザ光72を出射し、コリメートレンズによってコリメートして目標物73に投光し、目標物73からの反射光74を受光素子によって受光するようになっている。

【0108】さらに、信号処理回路75を備えていて、

発光素子を投光タイミング信号76によってパルス発光させ、投光タイミングに合わせて光学モジュール71から出力される受光信号77を処理するようになっている。

【0109】(第18の実施形態)図31(a)は本発明のさらに別な実施形態によるレーザレーダ装置82を車両80に搭載した様子を示す斜視図である。すなわち、車両80のフロントバンパー81正面にレーザレーダ装置82を設けて車間距離センサとして機能させ、図32に示すように、受光素子83の検出信号84をもとに、先行車109のリフレクタ85等の障害物を検知して警報を発したり、自動的に車両80にブレーキをかけて減速若しくは停止したり、操舵制御を行なったりするようになっている。

【0110】図31(b)はレーザレーダ装置82が距離センサとして機能している様子を示す図である。車間距離センサとしてのレーザレーダ装置82は、先行車109等の目標物が遠いために投光距離86を長く設定する必要があり、投光ビーム87が拡がらないように、すなわち投光距離86に対して光パワー密度を一定に保つために、発光素子89とコリメートレンズ88との距離を常に一定に保たなければならない。なおかつ、車両80は広い温度範囲において使用される環境下にあるため、熱膨張に耐え得る光学モジュールでなければならない。従つて、車間距離センサには、本発明による光学モジュールを使用するのが最適である。

【0111】レーザレーダ装置82には、図32に示すように、レーザダイオード89(LD)をLDパルス駆動回路90によってパルス発光させる投光部91と、フォトダイオード83(PD)の検出信号84をI/V変換して増幅する受光アンプ回路92を備えた受光部93と、レーザ光をポリゴンミラー94によって走査して前方車両のリフレクタ85に投光するスキャナ部95と、PD83の検出信号84に基づいて目標物までの距離を計測する距離計測処理部96とが設けられている。なお、図中98は、計測した距離情報を車両走行制御部のECUに伝送する通信ドライバ/レシーバであり、99はポリゴンミラーを回転させるモータで、100はモータ99を回転駆動するモータ駆動回路である。

【0112】距離計測処理部96は、レーザレーダ装置82の各部を統括制御する制御回路101と、受光アンプ回路92からの出力信号を受信するカウンタ回路102と、カウンタ回路102からの出力信号とLDパルス駆動回路90の発光タイミングとに基づいて目標物までの距離を演算するCPU103とを備えている。

【0113】これによって、車両80の走行中に、スキャナ部95からの走査レーザ光を車両80の前方の先行車109のテールランプのリフレクタ85に投光し、受光部93によってその反射光を受光し、距離計測処理部96が、レーザ発光タイミングに対する反射光受光タイ

ミングの時間遅延を検知して車両80からリフレクタ85までの距離を演算し、その距離情報をECUに伝送して適宜車両80の走行操舵が制御されるようになっている。

【0114】(第19の実施形態)図33は本発明のさらに別な実施形態による光電センサ110を示すブロック図である。光電センサ110には、本発明によるコリメートモジュール113が内装されている。光電センサ110は、発光素子111とコリメートレンズ112を備えたコリメートモジュール113と、受光素子114の出力信号を処理したりコリメートモジュール113を駆動制御したりする制御部115と、コリメートモジュール113の発光素子111を駆動する駆動回路116と、受光素子114からの出力信号を処理する信号処理回路117からなる。

【0115】発光素子111から投光されコリメートレンズ112を通過した投光ビーム118は目標物119より反射され、この反射光118aを受光素子114により受光し、信号処理回路117により目標物119の有無や表面状態等の情報を検知するようになっている。

【0116】(第20の実施形態)図34は本発明のさらに別な実施形態による光センサ装置120を示すブロック図である。この光センサ装置120は、図33に示した光電センサ110の構成に加え、コリメートモジュール113からの光を走査するための光走査装置121と、この光走査装置121を駆動する駆動回路122を備えている。

【0117】これによって、投光ビーム118を走査して目標物119の有無や形状等の情報を詳しく検知するようになっている。なお、その他の構成は第19の実施形態と同様であり、同部材には同符号を付してある。

【0118】(第21の実施形態)図35は本発明のさらに別な実施形態による符号読取装置(バーコードリーダー)130を示す概略ブロック図である。この符号読取装置130には、本発明によるコリメートモジュール113が内装されている。符号情報読取装置130は、前記コリメートモジュール113と、コリメートモジュール113からの光ビームを走査するポリゴンミラー132を備えたスキャナ部と、光強度を検出する受光素子133を備えた受光用コリメートモジュール134と、受光素子133から出力される電気信号を処理する信号処理回路135から構成されている。

【0119】信号処理回路135は、受光素子133からの検出信号をI/V変換器136によって電圧信号に変換し、アナログ処理137を行なった後、2値化138し、デコーダ139で符号情報に変換し、その結果を通信手段140によって端末制御装置等に送信するようになっている。なお、図中141は信号処理回路135に電源を供給する電源供給部である。

【0120】検出動作時には、コリメートモジュール1

13より出射される光ビームをスキャナ部により走査することによって、バーコード142、多段バーコード、マトリクス化された2次元バーコード等の符号情報を有する検出面143を光走査し、検出面143からの反射光を受光用コリメートモジュール134で受光して信号処理回路135で符号情報に変換し、その結果を通信手段140によって端末制御装置等に送信するようになっている。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の従来例のコリメートモジュールであって、(a)はコリメートモジュールの断面図、(b)は当該コリメートモジュールが熱膨張したときのようすを誇張して示す断面図である。

【図2】第2の従来例のコリメートモジュールであって、(a)は当該コリメートモジュールの分解斜視図、(b)は当該コリメートモジュールの斜視図である。

【図3】(a)は同上のコリメートモジュールの断面図、(b)は当該コリメートモジュールが熱膨張したときの様子を誇張して示す断面図である。

【図4】上記従来例における第一保持部と第二保持部との接合手段を具体的に示した断面図である。

【図5】(a)は第二保持部が相対的に収縮することによって接着層が歪む様子を示す部分断面図、(b)は第一保持部も第二保持部も歪んでいないときの接着層を示す部分断面図、(c)は第二保持部が相対的に膨張することによって接着層が歪む様子を示す部分断面図である。

【図6】(a)は本発明の第1の実施形態によるコリメートモジュールを示す断面図、(b)は接着層が歪んだ様子を示す部分拡大断面図、(c)は第二保持部の突起が第一保持部に当接した様子を示す部分拡大断面図である。

【図7】(a)は本発明の第2の実施形態によるコリメートモジュールを示す断面図、(b)は接着層が歪んだ様子を示す部分拡大断面図である。

【図8】(a)は第一保持部の上端面に紫外線硬化型接着剤を塗布した様子を示す部分断面図、(b)は第一保持部に第二保持部を接合した様子を示す部分断面図である。

【図9】ビームプロファイル検出装置を用いてコリメート調整を行なっている様子を示す図である。

【図10】調整終了後に、紫外線を照射して紫外線硬化型接着剤を硬化させる様子を示す断面図である。

【図11】本発明の第3の実施形態のコリメートモジュールにおける第二保持部の形状を示す斜視図である。

【図12】突起が1つの場合に、第二保持部が傾いて接着層の厚さが不均一になる面が傾く様子を示す図である。

【図13】本発明の第4の実施形態を説明する図であって、(a)は突起の先端に接着層の剥離が生じた様子を

示す部分拡大断面図、(b)は突起の先端から成長した剥離が溝によってくい止められた様子を示す図である。

【図14】本発明の第5の実施形態を説明する図であって、(a)は細く成形された突起を示す部分拡大断面図、(b)は突起が接着層の歪みに伴って屈曲している様子を示す部分拡大断面図である。

【図15】本発明の第6の実施形態における第二保持部を示す斜視図である。

【図16】本発明の第7の実施形態を説明する部分拡大断面図である。

【図17】本発明の第8の実施形態を示す分解斜視図である。

【図18】同上の実施形態における第一保持部と第二保持部の接合部分を示す図であって、(a)は温度変化がないときの様子を示す部分断面図、(b)は切り溝が設けられた第二保持部が撓む様子を示す部分断面図、

(c)は切り溝が設けられた第一保持部が撓む様子を示す部分断面図である。

【図19】本発明の第9の実施形態によるコリメートモジュールを示す分解斜視図である。

【図20】(a)は湾曲した切片を示す一部破断した斜視図、(b)は同上の実施形態における平板状の切片を示す一部破断した斜視図である。

【図21】本発明の第10の実施形態によるコリメートモジュールを示す斜視図である。

【図22】同上のコリメートモジュールを示す分解斜視図である。

【図23】フランジが熱膨張するときの接続保持部の様子を示す図である。

【図24】本発明の第11の実施形態によるコリメートモジュールを示す断面図である。

【図25】本発明の第12の実施形態によるコリメートモジュールを示す断面図である。

【図26】(a)は常温での接着層を示す部分断面図であり、(b)は熱膨張しているときの接着層を示す部分断面図である。

【図27】(a)(b)は本発明の第13の実施形態によるコリメートモジュールを示す断面図及び部分拡大断面図である。

【図28】(a)は本発明の第14の実施形態によるコリメートモジュールを示す断面図、(b)は本発明の第15の実施形態によるコリメートモジュールを示す断面図である。

【図29】本発明の第16の実施形態による光学モジュールを示す分解斜視図である。

【図30】本発明の第17の実施形態によるレーザーレーダ装置の構成を示すブロック図である。

【図31】本発明の第18の実施形態によるレーザーレーダ装置を示し、(a)は当該レーザーレーダ装置を車両に搭載した様子を示す斜視図であり、(b)はレーザーレーダ装置が距離センサとして機能している様子を示す図である。

【図32】同上のレーザーレーダ装置の構成を示すブロック図である。

【図33】本発明の第19の実施形態による光電センサの構成を示すブロック図である。

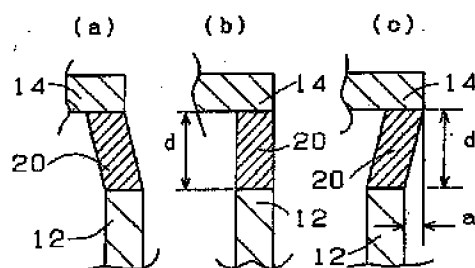
【図34】本発明の第20の実施形態による光センサ装置の構成を示すブロック図である。

【図35】本発明の第21の実施形態による符号読取装置の構成を示すブロック図である。

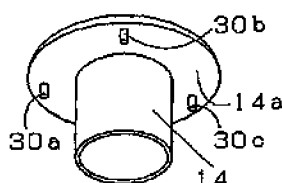
【符号の説明】

- 11 発光素子
- 12 第一保持部
- 13 コリメートレンズ
- 14 第二保持部
- 20, 58 接着層
- 30, 30a~30c, 36 突起
- 37a~37c, 38, 70, 82 レーザレーダ装置
- 80 車両
- 110 光電センサ
- 120 光センサ装置
- 130 符号読取装置

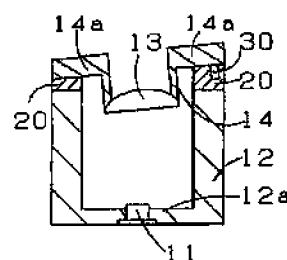
【図5】



【図11】

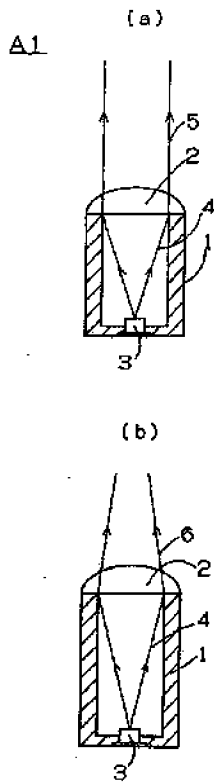


【図12】

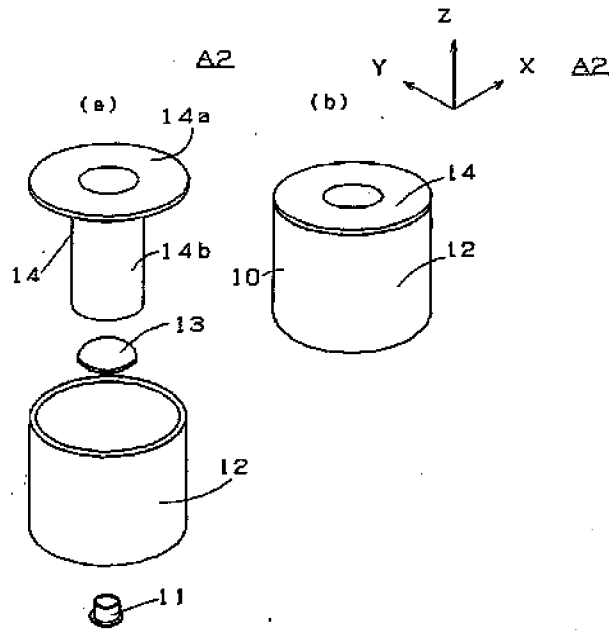




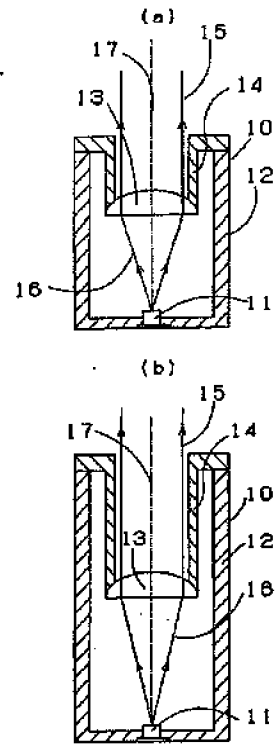
【図1】



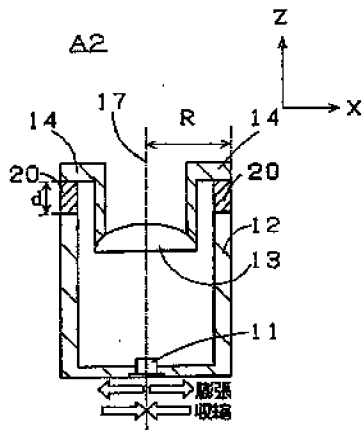
【図2】



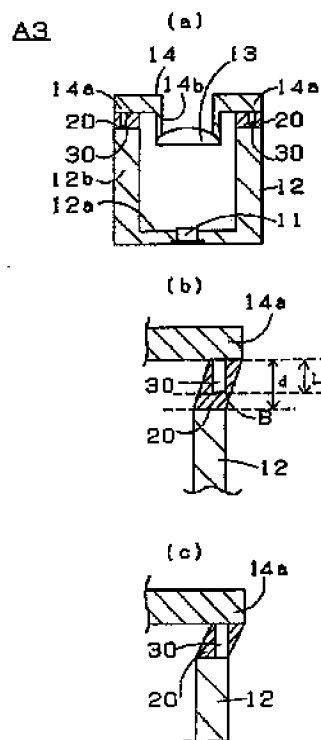
【図3】



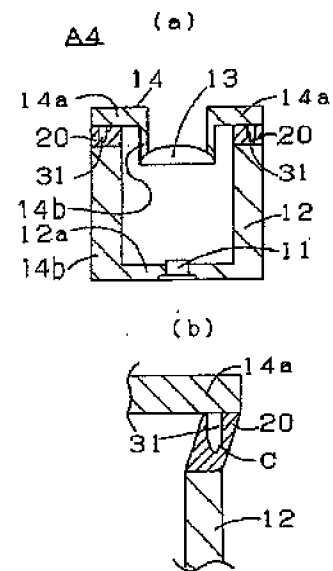
【図4】



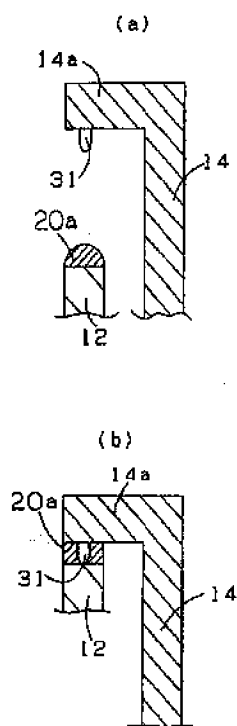
【図6】



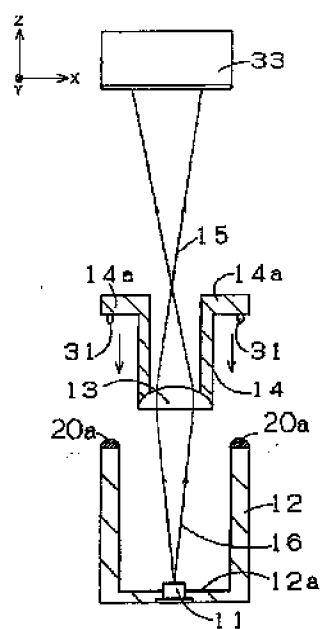
【図7】



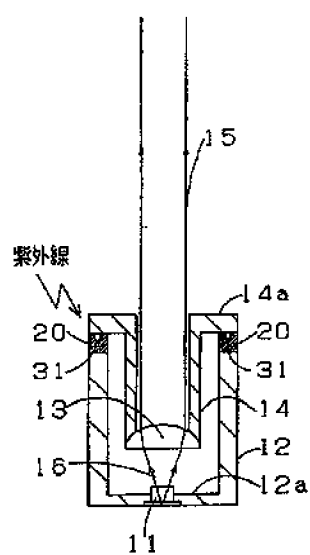
【図8】



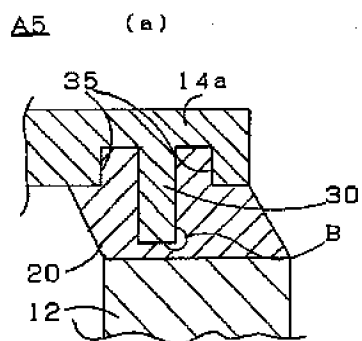
【図9】



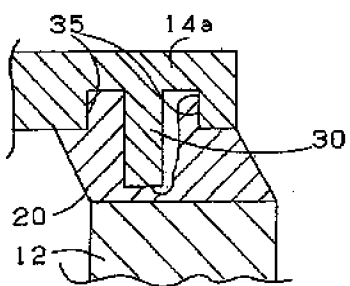
【図10】



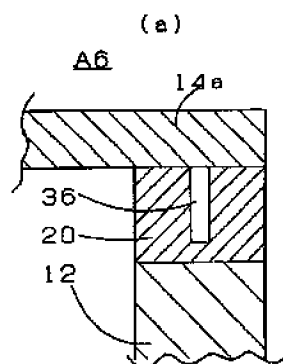
【図13】



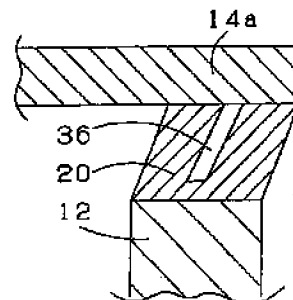
(b)



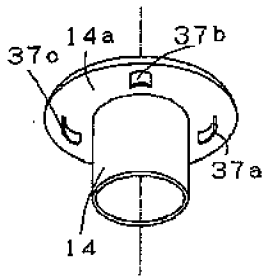
【図14】



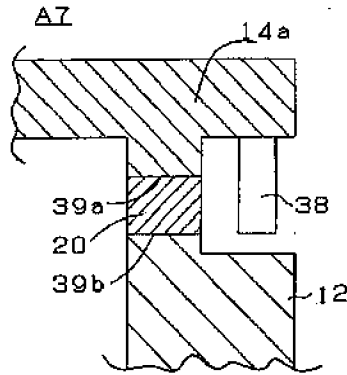
(b)



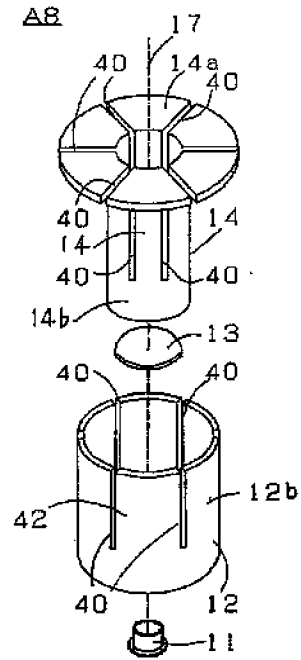
【図15】



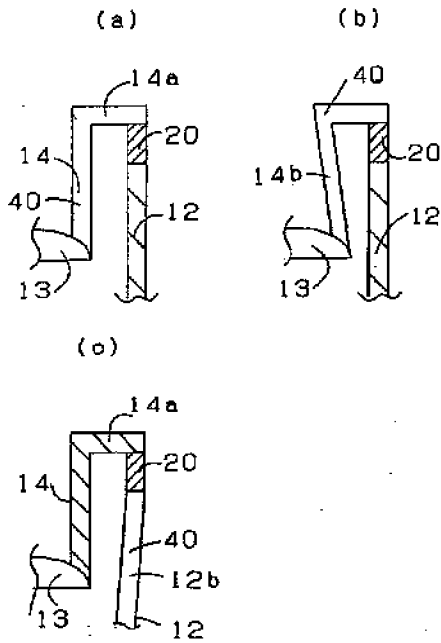
【図16】



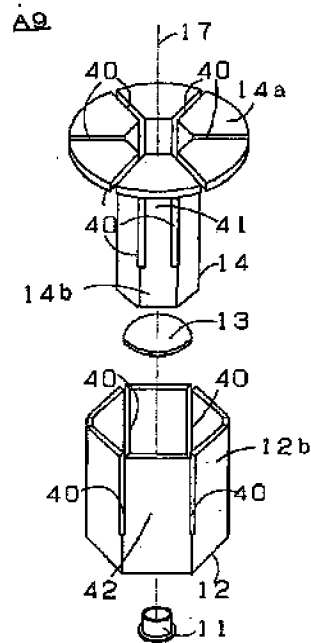
【図17】



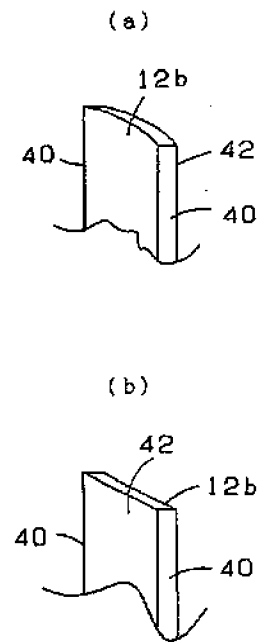
【図18】



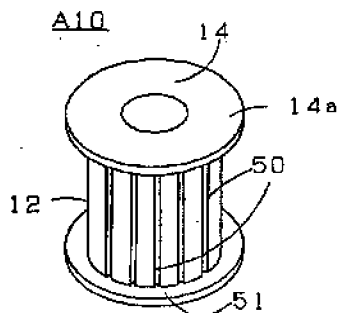
【図19】



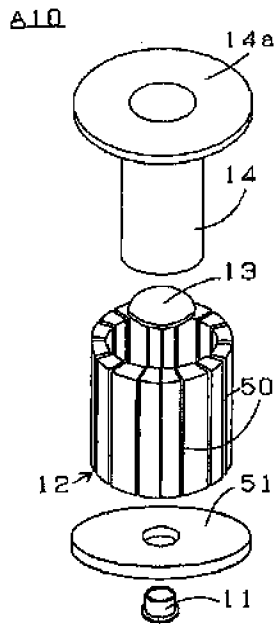
【図20】



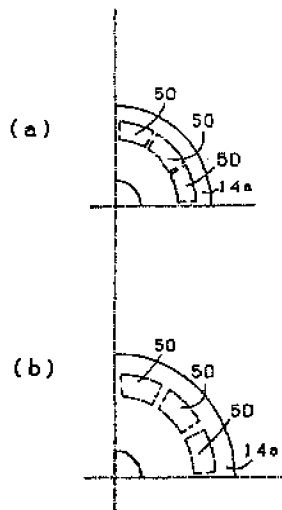
【図21】



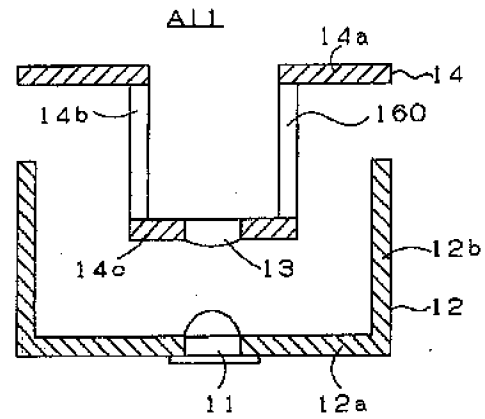
【図22】



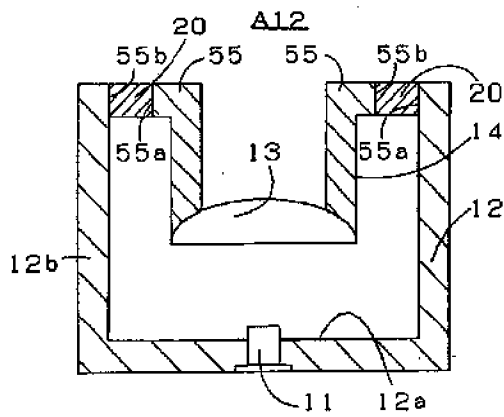
【図23】



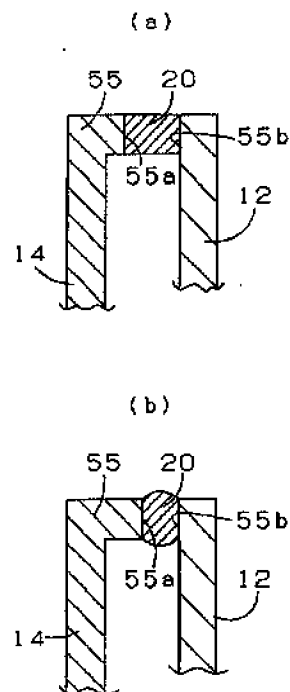
【図24】



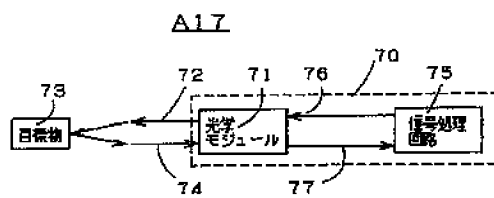
【図25】



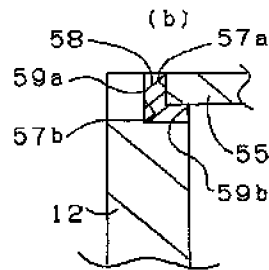
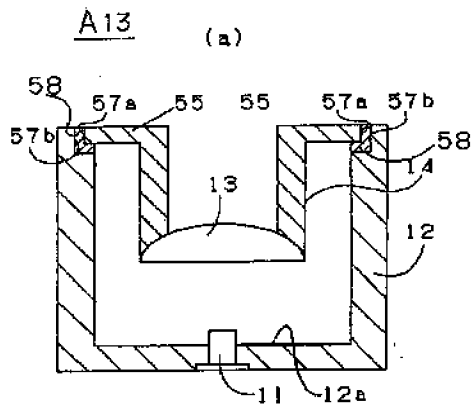
【図26】



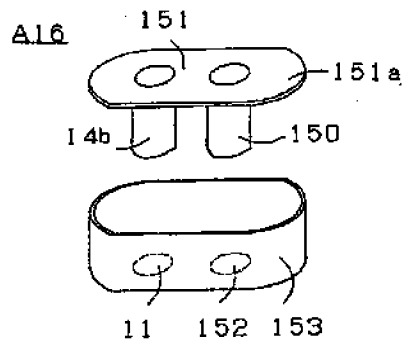
【図30】



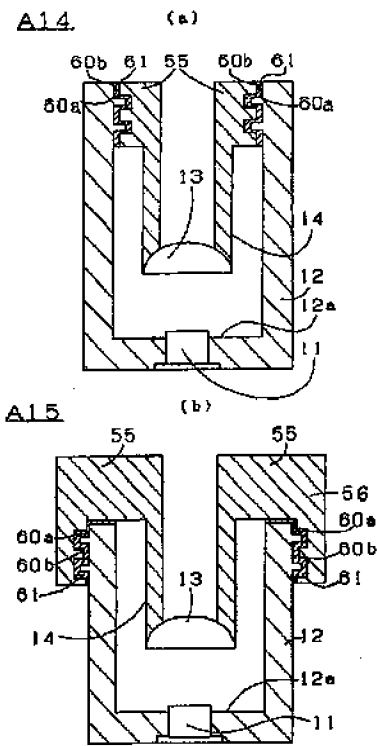
【図27】



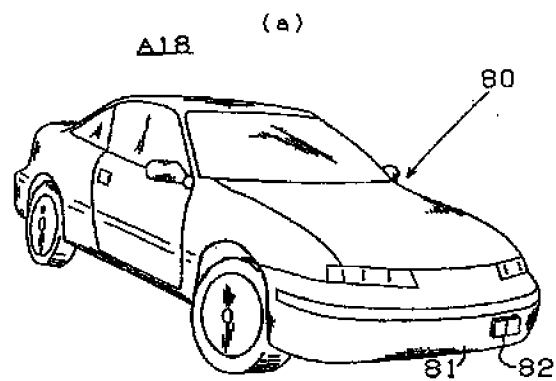
【図29】



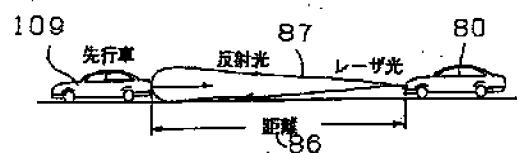
【図28】



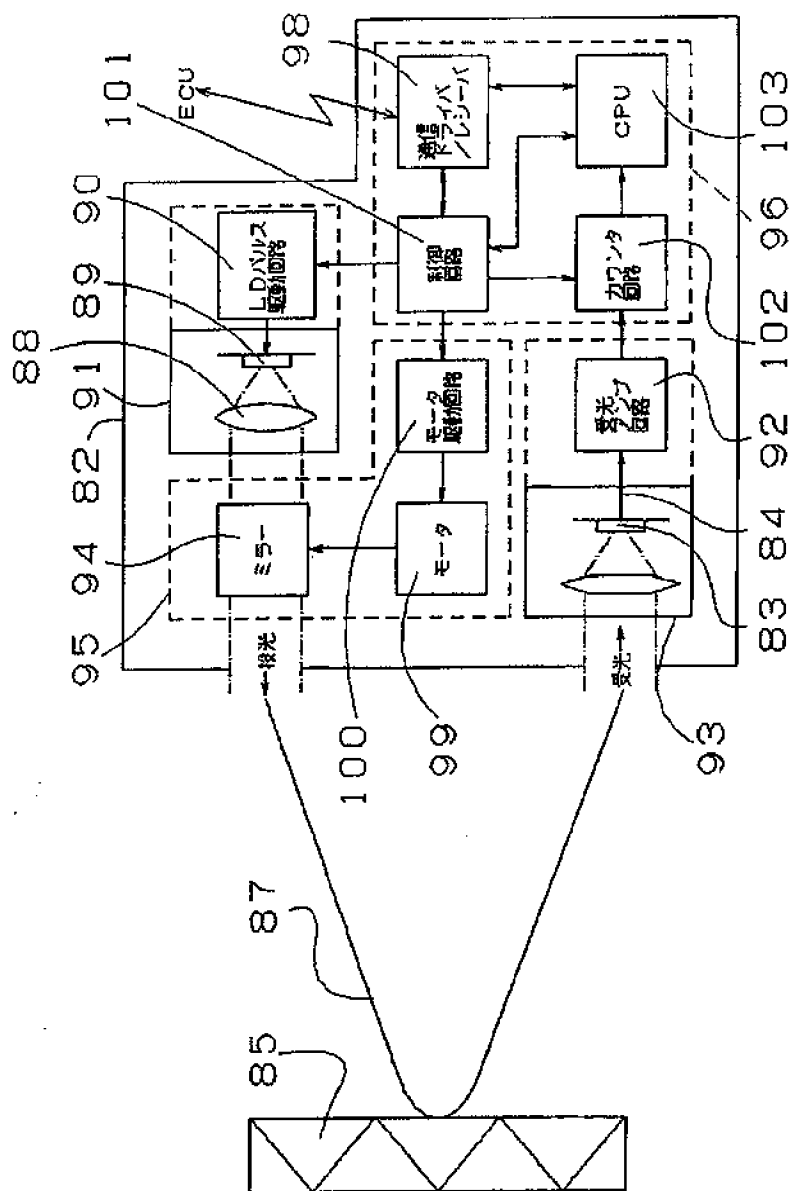
【図31】



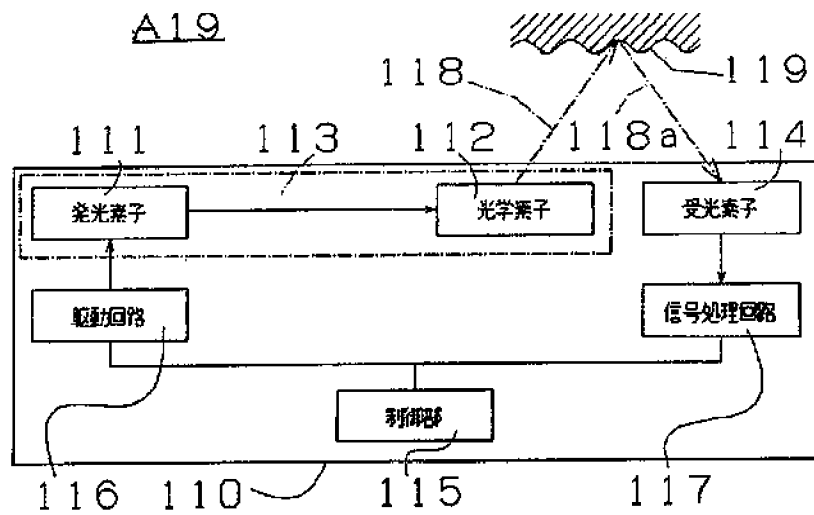
(b)



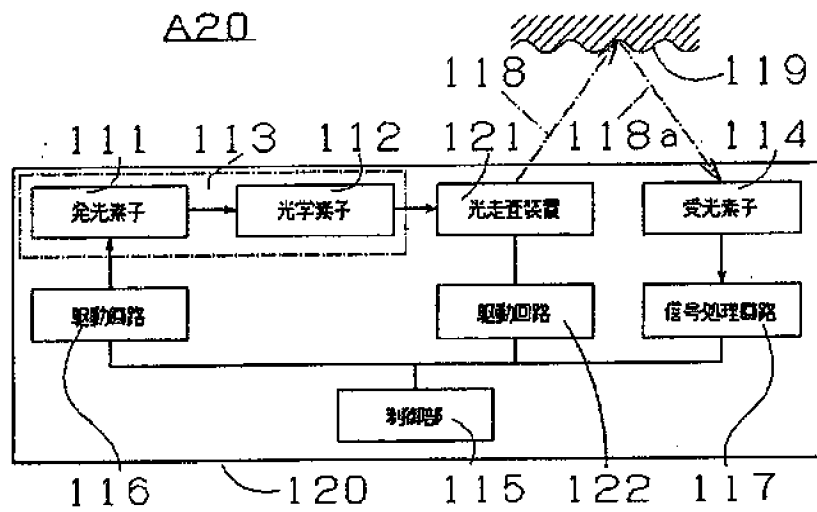
【図32】



【図33】



【図34】



【図35】

